PART4 海洋の深層循環と層構造

目標　海洋の深層循環が生じる原因や，海洋の層構造について説明できる

Chapter1　海洋の深層循環と層構造

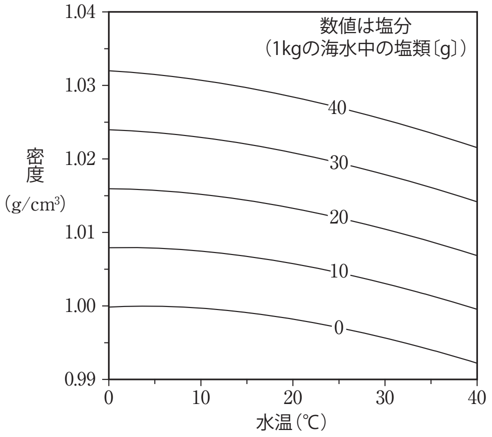
1　深層循環

PART3 では，海流について学習しました。海流は，風によって生じる海面から深さ約 1000m までの海水の流れでしたね。

→　風の影響を受けない深海の水は，ずっと動かないのでしょうか？

・**海水の密度**

海水には塩類が溶けているので，温度と塩分という 2 つの要因によって海水の密度は変化する。



Millero and Huang (2009) と Jones and Harris (1992) の式から作成

→　水温が（上がる / 下がる）ことや，塩分が（上がる / 下がる）ことによって海水の密度は上昇する。

・**海洋の深層循環**

北大西洋のグリーンランド沖や南極大陸周辺の一部の海域では，大気による海水の冷却が特にさかんである。これらの場所では，水温が下がるとともに海氷が形成されることで海水の密度が上昇する。密度の高くなった海水は沈み込み，（100 ～ 200 年 / 1000 ～ 2000 年）をかけて世界中の深海をめぐっている。

講師からのMessage

図の縦軸に注意しましょう。水温や塩分の違いによる密度の変化はほんのわずかです。

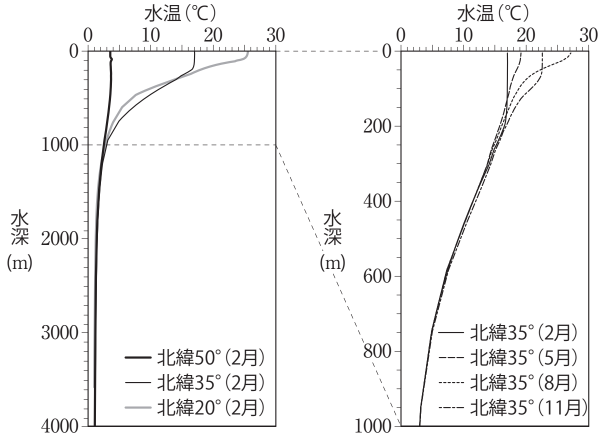
密度が周りと少しでも違えば海水は上下に移動するので，このわずかな密度の変化が重要なのです！

☞　海氷の形成が密度を上昇させる理由については，演習問題で扱います！

2 海洋の層構造

第６講で学んだように，大気は温度変化から４層に区分されます。

→ 海洋にも同じような層構造は存在するのでしょうか？



出典：DOC/NOAA/NWS/NCEP（アメリカ国立環境予測センター）

・ **深層**

深さ約 1000m より深い部分には，深層循環の海水が分布する。この海水は一度沈み込んでしまうと水温がほとんど変化しないので，水温は１～３℃のまま世界中でほぼ一定に保たれている。

・ **表層混合層**

海面付近では，海水が風により混合されて水温がほぼ一定となる。ふつう海面は太陽放射によって温められており，深層より温かい。

・ **水温躍層**

多くの場所では深層と表層混合層の水温は大きく異なり，２つの層の間では水温が急激に変化する。この層を水温躍層とよぶ。

まとめ

北大西洋の＿＿＿＿＿＿沖や南極周辺では，海面付近の海水が冷却され，密度が上昇して沈み込む。これにより形成される深海の海水の循環を深層循環といい，1000 ～ 2000 年で世界中の深海をめぐる。

海洋は，海面付近で水温がほぼ一定の＿＿＿＿＿＿，深さが約 1000m 以上で水温がほぼ一定の＿＿＿＿，それらの間を結ぶように水温が急激に変化する＿＿＿＿＿に区分される。

知っておこう

表層混合層の厚さ

図からも読み取れるように，中緯度における表層混合層は冬に厚く，夏に薄くなります。これは，冬は海面が冷やされて対流が起こりやすくなることや，冬の方が海上の強風によるかき混ぜがさかんになることが原因です。

Chapter2　演習問題

□　海氷の形成と海水の塩分の変化

北大西洋のグリーンランド沖や南極周辺の一部の海域では，海水が風によって強く冷却されています。水温が下がるだけでも海水の密度は上昇しますが，海氷が形成されることも海水の密度が上昇する原因となっています。身近な飲み物を使って，その理由を考えてみましょう。

問題(1)　スポーツドリンクと紙コップを用意します。スポーツドリンクを紙コップ 3 つ〔A ～ C とします〕に注ぎ，冷凍庫で凍らせます。入れる量は紙コップの半分が目安です。

凍らせ始めてから 1 時間～ 1 時間半後に一度ようすを見ます。ある程度凍っていれば，A ～ C の氷を別の 1 つの紙コップ〔D とします〕にまとめて冷蔵庫に入れておきます。あまり凍っていないようであれば，もう 30 分程度待ちましょう。

さらに 1 時間～ 1 時間半経った頃に，A ～ C の氷を別の 1 つの紙コップ〔E とします〕にまとめて冷蔵庫に入れます。また，A ～ C に残った水を 1 つの紙コップ〔ここではわかりやすいように F としますが，A ～ C のどれかでかまいません〕にまとめて冷蔵庫に入れます。

D と E の氷がとけたら，D ～ F を飲み比べてみましょう。味はどのように異なるでしょうか。

☞ 引き出して開けるタイプの冷凍庫の場合，開け閉めのときにこぼれないように，入れる量を少なめにするなどの工夫をしてください！

☞ 味覚は温度の影響を受けるので，一度すべて冷蔵庫に入れて温度をほぼ同じにしておくとよいでしょう！

問題(2) (1)の結果に関して述べた次の文章中の（　　）について，正しいものを選んでください。

実験では，D～FのうちDの味が最も（薄く / 濃く），Fの味が最も（薄い / 濃い）という結果が得られた。このことから，A～Cの中でスポーツドリンクが凍るとき，最初は塩類の（多い / 少ない）氷ができて，塩類の（多い / 少ない）水が残されたと考えられる。

問題(3) (2)をふまえて，海氷の形成と海水の密度の変化に関して述べた次の文章中の（　　）について，正しいものを選んでください。

海水が強く冷却されて海氷が形成されるとき，海氷には塩類が（含まれやすい / 含まれにくい）と考えられる。その結果として，残された海水の塩分は元の海水よりも（高く / 低く）なる。そのため，同じ温度で比べたとき，残された海水の密度は元の海水よりも（高く / 低く）なると推測できる。

講師からのMessage

今回の実験ではスポーツドリンクを凍らせていくときの塩分の変化を調べましたが，スポーツドリンクを凍らせてからとかしていくと，味はどのように変化するでしょうか。

こちらは，すでに実感したことがある人も多いかもしれませんね。今回の実験をふまえて結果を推測し，実際に試してみるのもよいでしょう！

第 7 講　PART4　確認問題

問１　海洋は温度の変化により３つの層に分けられている。a 海面付近の海水は混合され水温がほぼ一定になっている。また，太陽放射により温められ，水温は他の層に比べ高くなっている。その下には，b 水温が急激に低下する層がある。さらに，その下の深さ約（　ア　）m から海底までは，c 水温が 1℃～ 3℃程度の低温の層が広がっている。この層を流れる海水の大部分は，グリーンランド沖や（　イ　）周辺から d 沈み込んだものである。

⑴　下線部ａの層の名称として最も適当なものを，次の①～③のうちから一つ選びなさい。
①　水温躍層　　②　深層　　③　表層混合層

⑵　下線部ｂについて，この層の名称として最も適当なものを，次の①～③のうちから一つ選びなさい。
①　水温躍層　　②　深層　　③　表層混合層

⑶　下線部ｃについて，この層の名称として最も適当なものを，次の①～③のうちから一つ選びなさい。
①　水温躍層　　②　深層　　③　表層混合層

⑷　空欄アにあてはまる数値として最も適当なものを，次の①～④のうちから一つ選びなさい。
①　100　　②　1000　　③　3000　　④　10000

⑸　空欄イにあてはまる語として最も適当なものを，次の①～④のうちから一つ選びなさい。
①　ハワイ諸島　　②　千島列島　　③　北極海　　④　南極大陸

(6) 下線部ｄについて，海水が沈み込むための水温と塩分に関する条件として最も適当なものを，次の①～④のうちから一つ選びなさい。

① 水温：上がる　塩分：上がる　　② 水温：上がる　塩分：下がる

③ 水温：下がる　塩分：上がる　　④ 水温：下がる　塩分：下がる

第７講　大気と海洋

PART1　高気圧と低気圧

問題⑴　【※図参照】

問題⑵　【※図参照】

問題⑶　下降気流，されにくい，高気圧から低気圧，湿った，広がりやすい

PART2　大気の大循環

問題⑴　ⓐ 7.9 時間　ⓑ 1080 km

問題⑵　810 km

問題⑶　東行，東行，偏西風，西風，ジェット気流，東行

PART3　海水と海流

問題⑴　東から西，北赤道海流，西から東，北太平洋海流，黒潮，時計回り，環流

問題⑵　東から西，貿易風，西から東，偏西風，時計回り，高気圧

問題⑶　偏西風，貿易風，同じ向き

PART4　海洋の深層循環と層構造

問題⑴　Ｆはとても味が濃い。Ｄは水っぽい感じがする。ＥはＤとＦの間の濃さのように感じられる。

問題⑵　薄く，濃い，少ない，多い

問題⑶　含まれにくい，高く，高く

PART5　南北熱輸送

問題⑴　【※図参照】

問題⑵　正，負

問題⑶　正，熱輸送量が増加する，負，熱輸送量が減少する

第 7 講　PART4　確認問題　解答

問 1

(1)　③

解説：
海洋を温度変化により 3 つの層に分けたとき，海面付近の層を，表層混合層という。

(2)　①

解説：
表層混合層の下で水温が急激に低下する層を，水温躍層という。

(3)　②

解説：
海洋の最も深い部分を形成している層を，深層という。

(4)　②

解説：
深層は，深さ約 1000m から海底までである。

(5)　④

解説：
深層を流れる海水は，北大西洋のグリーンランド沖と南極大陸周辺から沈み込んだものである。

(6)　③

解説：
水温が下がることや，塩分が上がることによって，海水の密度が大きくなり，沈み込む。